

УДК 621.039

## ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ $\text{Bi}_2\text{O}_3$ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА СТЕКЛА

**М. В. Аладаилах<sup>1</sup>, И. А. Ширманов<sup>2</sup>, Е. Д. Стругов<sup>3</sup>,  
О. Л. Ташлыков<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> strugov.zhora@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрено влияние содержания  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  на механические и радиационно-защитные свойства стекол состава  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—MoO}_3\text{—B}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2\text{—Na}_2\text{O—Fe}_2\text{O}_3$ . Массовые коэффициенты ослабления гамма-излучения были определены с помощью базы данных NIST XCOM. Проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными, полученными рядом авторов.

**Ключевые слова:** защитные свойства, массовый коэффициент ослабления, линейный коэффициент ослабления, висмут

## INFLUENCE OF $\text{Bi}_2\text{O}_3$ CONTENT ON MECHANICAL AND RADIATION-PROTECTIVE PROPERTIES OF GLASS

**M. W. Aladailah<sup>1</sup>, I. A. Shirmanov<sup>2</sup>, E. D. Strugov<sup>3</sup>, O. L. Tashlikov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Ural Federal University named after the First  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> strugov.zhora@mail.ru

**Abstract.** The influence of  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  content on the mechanical and radiation-protective properties of glasses of The  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—MoO}_3\text{—B}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2\text{—Na}_2\text{O—Fe}_2\text{O}_3$  composition is considered. The mass coefficients of gamma radiation attenuation were determined using the NIST XCOM database. The calculation results are compared with the experimental data of a number of authors.

**Keywords:** shielding properties, mass attenuation coefficient, linear attenuation coefficient, bismuth

Защита от ионизирующего излучения для работников и оборудования объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) всегда оставалась актуальной проблемой. В наши дни в качестве биологической защиты от излучения на ОИАЭ и в местах захоронения радиоактивных отходов используется высококачественный бетон. В ряде случаев в качестве защиты от излучения используется стекло, которое должно эффективно ослаблять гамма-излучение и быть прозрачным для видимого света.

Для определения массового коэффициента ослабления использовалась база данных NIST XCOM [1], с помощью которой можно получить сечения рассеяния для фотонов, фотоэлектрическое поглощение и образование пар, а также общих коэффициентов затухания для любого элемента, соединения или смеси. Основной химический состав элементов представлен в таблице.

Таблица

Основной химический состав материалов, % масс.

Исследуемые образцы	Химические элементы, %						$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MoO <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
1	15	15	40	20	9	1	3,053
2	17,5	12,5	40	20	9	1	3,198
3	20	10	40	20	9	1	3,368
4	25	5	40	20	9	1	3,512

Для сравнения радиационно-защитных свойств материалов использовались линейные коэффициенты ослабления, рассчитанные по формуле:

$$\mu = \mu_m \rho,$$

где  $\mu_m$  — массовый коэффициент ослабления, см<sup>2</sup>/г;  $\rho$  — плотность исследуемого бетона, г/см<sup>3</sup>.

Рассчитанные значения, полученные с помощью NIST XCOM, сравнивались с экспериментальными данными, полученными при исследовании различных составов стекол со схожим составом для энергии гамма-излучения в диапазоне от 0,015 до 2 МэВ [2].

На рис. 1 и 2 приведены значения линейных коэффициентов ослабления для исследуемых составов стекол рассчитанных с помощью базы данных NIST XCOM и определенных экспериментально. Изме-

рения массового коэффициента ослабления были проведены для четырех образцов G1, G2, G3, и G4 с добавками  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

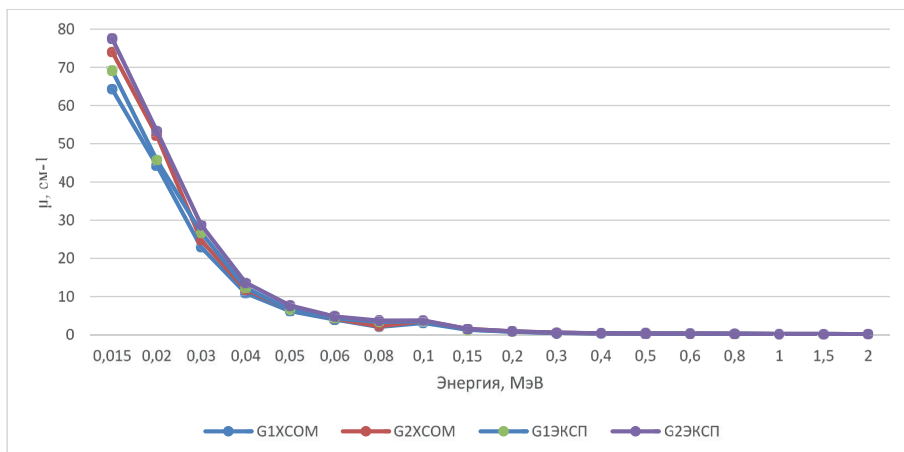


Рис. 1. Коэффициент линейного ослабления для образцов G1, G2

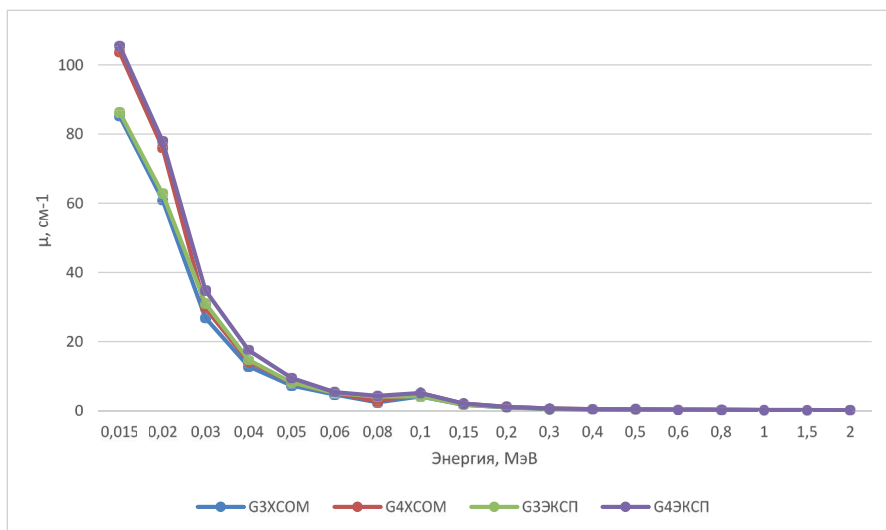


Рис. 2. Коэффициент линейного ослабления для образцов G3, G4

Сравнение значений массовых коэффициентов ослабления четырех образцов стекла состава  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—MoO}_3\text{—B}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2\text{—Na}_2\text{O—Fe}_2\text{O}_3$  с различными добавками  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  с использованием базы данных NIST XCOM и экспериментальных данных [2] показало хорошую сходимость

результатов. Максимальное различие расчетных и экспериментальных результатов составляет от десятых долей процента до 9,5 %.

### **Список источников**

1. Effect of  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  content on mechanical and nuclear radiation shielding properties of  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—MoO}_3\text{—B}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2\text{—Na}_2\text{O—Fe}_2\text{O}_3$  glass system [Electronic resource] / A. M. Issaa Shams [et al.] // Results in Physics. 2019. Vol. 13. 102165. DOI: 10.1016/J. RINP.2019.102165 (date of access: 10.11.2020).
2. NIST XCOM. База данных национального института стандартов и технологий [Электронный ресурс]. URL: <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/html/xcom1.html> (дата обращения: 10.11.2020).